



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 22 906.2

**Anmeldetag:** 11. Mai 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Fehlerbehandlung und  
Schadensverhütung an Werkzeug- und  
Produktionsmaschinen, sowie Robotern

**IPC:** B 23 Q 5/58

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. Juni 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Wallner

## Beschreibung

Verfahren zur Fehlerbehandlung und Schadensverhütung an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, sowie Robotern

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Fehlerbehandlung und Schadensverhütung an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, sowie Robotern, mit einzeln angetriebenen, rotierenden Maschinenelementen.

10

Aus EP 0 687 395 B1 ist ein Verfahren zur Schadensverhütung an numerisch gesteuerten Maschinen bei Netzausfall bekannt. Dort ist beschrieben, wie bei einem Netzausfall eine Versorgungsspannung für mindestens einen Achsantriebsmotor aus der kinetischen Energie von mindestens einem anderen erhalten wird, so dass ein lagegeregelter, programmierter Notrückzug erfolgt.

15

20

Aus EP 0 583 487 B1 ist ein Verfahren zur zeitoptimalen bahntreuen Abbremsung der Achsantriebe von numerisch gesteuerten Maschinen bekannt. Bei diesen Maschinen ist für Gefahrensituationen eine Notbremsung der Achsantriebe vorgesehen. Wird diese ausgelöst, so sollen die Antriebe der numerisch gesteuerten Maschine in kürzester Zeit durch entsprechende Vorgabe der Drehzahlswerte linear abgebremst werden. Mit einer zeitoptimalen bahntreuen Abbremsung soll vermieden werden, dass das Werkzeug bei einer Bahnabweichung mit dem Werkstück oder anderen Gegenständen kollidiert.

25

30

Tritt eine Fehlfunktion eines Antriebs in einem technischen Prozess auf, so dass ein Antrieb seinen zugehörigen Motor nicht mehr kontrollieren kann, so trudelt dieser Antrieb bis zu seinem Stillstand aus. Selbst wenn weitere, beteiligte Antriebe zu einem Anlagenstillstand gebracht werden, so erfolgt dies in der Regel in unkontrollierter Weise. So kann beispielsweise ein Produktions- oder Transportgut durch das unkontrollierte Auslaufen des fehlerhaften Antriebs beschädigt

35

werden und/oder eine beteiligte Anlage selber kann Schaden durch das unkontrollierter Auslaufen der Antriebe nehmen.

5 Aufgabe der Erfindung ist es, im Fehlerfall eines Antriebs einen Anlagen- oder Teilanlagenstillstand einzuleiten und die weiterhin erfassbaren Istwerte des fehlerhaften Antriebs beteiligten, weiteren Antrieben als Sollwerte vorzugeben.

10 Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass  
1.1 über mindestens eine Datenverbindung Prozessinformation eines zugehörigen technischen Prozesses ausgetauscht wird,  
1.2 eine Antriebsbremsfunktion und/oder ein Anlagenstillstand nach Erkennung eines fehlerhaften Antriebs, eines unzulässigen Antriebszustands oder eines unerlaubten Maschinenzustands eingeleitet wird und  
15 1.3 Istwerte des fehlerhaften Antriebs oder mit einer Fehlfunktion in Verbindung stehenden Antriebs je nach Prozessanfordernissen bedarfsweise durch mindestens eine mathematische Funktion verändert, den beteiligten fehlerfrei operierenden Antrieben als Sollwerte übermittelt werden.

Durch dieses Verfahren ist es vorteilhaft möglich:

- 25 a) Schaden an der Maschine zu minimieren oder zu vermeiden  
b) Produktschaden zu minimieren oder zu vermeiden  
c) kürzere Stillstandszeiten aufgrund kürzerer Reparaturzeiten zu erreichen.

30 Die genannten Vorteile führen zu einer höheren Verfügbarkeit der Anlage und somit zu einer verringerten finanziellen Belastung des Anlagenbetreibers im Fehlerfall.

35 Eine erste vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass als Datenverbindung eine echtzeitfähige Kommunikationsverbindung eingesetzt wird. Durch eine echtzeitfähige Kommunikationsverbindung ist es möglich, dass noch

funktionsfähige Antriebe sich in Echtzeit auf den fehlerhaften Antrieb synchronisieren. Somit ist eine schnellere Synchronisation aller fehlerfrei arbeitenden Antriebe auf den fehlerhaften Antrieb, als auch eine schnellere Reaktion auf  
5 Istwertänderungen des fehlerhaften Antriebs möglich.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass als echtzeitfähige Datenverbindung ein echtzeitfähiges Ethernet eingesetzt wird. Somit kann vor-  
10 teilhaft ein standardisiertes, universell einsetzbares Busprotokoll verwendet werden, was zudem eine hohe Übertragungskapazität ermöglicht. Die Verwendung eines echtzeitfähigen Ethernet kurze Buszyklen und damit eine schnelle Detektion von Messparametern, was wiederum ein schnelles Ausregeln von  
15 Sollwertvorgaben ermöglicht.

Eine vorteilhafte Verwendung der Erfindung ergibt sich in Werkzeug-, Produktionsmaschinen oder Roboter mit mindestens jeweils einem Einzelantrieb in einem zusammenhängenden technischen Prozess und ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Ver-  
20 fahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 Anwendung findet.

Eine vorteilhafte Anwendung der Erfindung in einer Produktionsmaschine nach Anspruch 4 ergibt sich dadurch, dass als  
25 Produktionsmaschine eine Druckmaschine eingesetzt wird. Somit werden bei Ausfall eines Antriebs vorteilhaft Papierstauungen und -verkeilungen, sowie Beschädigungen an der Druckmaschine verringert bzw. vermieden.

30 Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

FIG 1 eine Strukturübersicht unterschiedlicher vernetzter Antriebsgruppen und  
35

FIG 2 bis FIG 4 Ist- und Sollwerte eines fehlerhaften Antriebs, sowie Sollwerte beteiligter Antriebe.

In der Darstellung gemäß FIG 1 sind wesentliche Komponenten eines Antriebs A1 bis A6 in einem Rechteck mit gestrichelter Umrandung eingezeichnet. Der Antrieb besteht aus mindestens einem Motor M1 bis M6, der von einem Antriebsregler AR1 bis AR6 über Leistungselektronik LE1 bis LE6 angesteuert wird. Diese ist mit einem Symbol aus der Leistungselektronik, nämlich einem IGBT-Schaltsymbol (Insulated Gate Bipolar Transistor) gekennzeichnet. Des Weiteren besitzt jeder Motor M1 bis M6 einen zugehörigen Geber G1 bis G6. Der Motor M1 bis M6 ist durch einen großen Kreis und der Geber G1 bis G6 ist durch einen kleinen Kreis im Antrieb A1 bis A6 eingezeichnet.

Die Antriebsregler AR1 bis AR6 jeweils einer Antriebsgruppe AG1, AG2 sind miteinander über Datenleitungen AB1, AB2 ringförmig vernetzt. In jeden Antriebsregler AR1 bis AR6 führen jeweils zwei Leitungen des Antriebsbusses. Der Übersichtlichkeit halber ist nur jeweils eine Datenleitung AB1, AB2 einer ringförmigen Datenvernetzung bezeichnet. Des Weiteren ist eine Antriebsgruppe AG1, AG2 durch jeweils ein mit gestrichelter Umrandung versehenes großes Rechteck eingezeichnet, in dem sich mindestens ein Antrieb A1 bis A6 befindet. Weitere datentechnisch ausführbare Vernetzungsstrukturen, wie beispielsweise eine sternförmige Verbindung, der Antriebsregler AR1 bis AR6 sind denkbar. Jeweils ein Antriebsregler AR1 bis AR6 einer Antriebsgruppe AG1, AG2 besitzt eine Leitfunktionalität AR1, AR4. Diese ist in der Darstellung gemäß FIG 1 durch jeweils einen Buchstaben M und eine stärker eingezeichnete Umrandung gekennzeichnet.

Das antriebsnahe Datennetz AB1, AB2 übernimmt beispielsweise die Synchronisation der Antriebe A1 bis A6 einer Antriebsgruppe AG1, AG2. Eine Querkommunikation Q ermöglicht den Antriebsreglern mit Leitfunktionalität AR1, AR4 Daten antriebsnah auszutauschen, die zur gegenseitigen Abstimmung von Steuer- oder Regelvorgängen notwendig sind.

Zu jedem Antriebsregler mit Leitfunktionalität AR1, AR4 ist ein Leitrechner L1, L2 vorhanden, der eine antriebsübergeordnete Funktion ausübt. Die Leitrechner L1, L2 sind mit einem Leitrechnerbus LB verbunden und können beispielsweise Prozessdaten sammeln, auswerten und gegebenenfalls anzeigen beispielsweise die Funktion eines „Human machine interface“ übernehmen. Sämtliche Datenverbindungen Q, LB, AB1, AB2 können, falls dies gefordert ist, mit einem echtzeitfähigen Datennetz, wie beispielsweise einem echtzeitfähigen Ethernet ausgeführt sein.

Die Leistungselektronik LE1 bis LE6 der Antriebe A1 bis A6 ist mit Hilfe eines Energieverteilers EV an das Versorgungsnetz V angeschlossen.

Fällt der Antrieb A1 der Antriebsgruppe AG1 aufgrund einer Fehlfunktion aus, so werden weiterhin dessen Istwerte des Gebers G1 in den Antriebsbus AB1 übertragen. Nach Detektion der Fehlfunktion des Antriebs A1 synchronisieren sich sofort alle beteiligten weiteren Antriebe A2, A3 auf die Istwerte des Gebers G1 des Antriebs A1. Ein Anlagen- oder Teilanlagenstillstand wird nun eingeleitet.

Durch die Synchronisationsfunktion der fehlerfrei arbeitenden Antriebe A2, A3 auf den fehlerbehafteten Antrieben A1, wird ein Auseinanderlaufen der Antriebe A1 bis A3 vermieden. Der fehlerhafte Antrieb übernimmt mit seinen Istwerten des Gebers G1 eine Leitfunktionalität (Master).

Da der fehlerhafte Antrieb A1 unweigerlich auslaufen wird, folgen alle fehlerfreien Antriebe A2, A3 diesem Auslauf bis zum Anlagen- oder Teilanlagenstillstand. Die Synchronisation aller Antriebe vermindert oder vermeidet nicht berechenbare Zustände in der Maschine. Somit werden beispielsweise vorteilhaft Beschädigungen der Maschine vermieden.

In der Darstellung gemäß FIG 2 bis FIG 4 sind Ist- und Sollwerte eines fehlerhaften Antriebs, sowie Sollwerte beteiligter Antriebe dargestellt. Diese sind jeweils einem Antrieb A1, A2 und A3 der Antriebsgruppe AG1 zugeordnet. Auf den jeweiligen Y-Achsen ist eine zugehörige Solldrehzahl aufgetragen, während die X-Achsen Zeitachsen mit der Bezeichnung t darstellen.

Bis zu dem eingezeichneten Zeitpunkt t1 besitzen die jeweiligen Antriebe A1 bis A3 eine Solldrehzahl, deren jeweiliger Verlauf in FIG 2, FIG 3 und FIG 4 zu erkennen ist. Bis zum Zeitpunkt t1 besitzt der Antrieb A1 die Solldrehzahlkennlinie A1S. Eine Fehlfunktion im Antrieb A1 zum Zeitpunkt t1 führt dazu, dass der Antrieb A1 in einer nicht definierten Weise ausläuft. Die Drehzahlwertwerte des Antriebs A1 nach Ausfall zum Zeitpunkt t1 sind in der Darstellung gemäß FIG 2 mit A1I eingezeichnet.

Die Fehlfunktion des Antriebs A1 wird im System zum Zeitpunkt t1 erkannt und sofort stellen allen beteiligten weiteren Antriebe A2, A3 ihre Solldrehzahl A2S, A3S auf die Istwertkennlinie A1I des Antriebs A1 um. Dies ist in den Darstellungen gemäß FIG 3 und FIG 4 zu erkennen. Da die Istwertinformation des Antriebs A1 durch den Geber G1 und den Antriebsregler AR1 in Echtzeit auf den Antriebsbus AB1 zur Verfügung stehen, können die Antriebe A2, A3 den Schwankungen der Istdrehzahl A1I des Antriebs A1 synchron folgen. Zum Zeitpunkt t2 ist der Anlagen- oder Teilanlagenstillstand erreicht.

Diese Verfahrensweise gewährleistet, dass die Antriebe A1 bis A6 synchron aufeinander abgestimmt sind und verringert damit im Fehlerfall ein asynchrones Auslaufen oder Austrudeln der Antriebe A1 bis A6. Schaden an Maschine und Produktionsgut kann verringert oder gar ganz vermieden werden.

Durch den Einsatz eines echtzeitfähigen Ethernet wird ein standardisiertes, weit verbreitetes und universell einsetzba-

res Busprotokoll verwendet, das eine hohe Übertragungskapazität ermöglicht. Aufgrund kurzer Buszyklen, können Messparameter und Änderungen im Systemzustand schnell detektiert werden, so dass ein schnelles Ausregeln von Sollwertabweichungen  
5 erfolgen kann.



## Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlerbehandlung und Schadensverhütung an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, sowie Robotern, mit einzelnen angetriebenen Maschinenelementen d a d u r c h g e -  
5 k e n n z e i c h n e t , dass  
1.1 über mindestens eine Datenverbindung (AB1,AB2,LB,Q) Prozessinformation eines zugehörigen technischen Prozesses ausgetauscht wird,  
10 1.2 eine Antriebsbremsfunktion und/oder ein Anlagenstillstand nach Erkennung eines fehlerhaften Antriebs (A1-A6), eines unzulässigen Antriebszustands oder eines unerlaubten Maschinenzustands eingeleitet wird und  
1.3 Istwerte (G1,G2) des fehlerhaften Antriebs (A1-A6) oder  
15 mit einer Fehlfunktion in Verbindung stehenden Antriebs (A1-A6) je nach Prozesserfordernissen bedarfsweise durch mindestens eine mathematische Funktion verändert, den beteiligten fehlerfrei operierenden Antrieben (A1-A6) als Sollwerte übermittelt werden.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als Datenverbindung (AB1,AB2,LB,Q) eine echtzeitfähige Kommunikationsverbindung eingesetzt wird.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass als echtzeitfähige Datenverbindung (AB1,AB2,LB,Q) ein echtzeitfähiges Ethernet eingesetzt wird.
- 30 4. Werkzeug-, Produktionsmaschine oder Roboter mit mindestens jeweils einem Einzelantrieb in einem zusammenhängenden technischen Prozess, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 Anwendung findet.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Fehlerbehandlung und Schadensverhütung an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, sowie Robotern

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fehlerbehandlung von Schadensverhütung an Werkzeug- und Produktionsmaschinen, sowie Robotern, mit einzeln angetriebenen Maschinenelementen.

10

Mit mindestens einer Datenverbindung (AB1,AB2,LB,Q) wird Prozessinformation zwischen den Antrieben (A1-A6) ausgetauscht,

so dass eine Antriebsbremsfunktion und/oder ein Anlagenstillstand nach Erkennung eines fehlerhaften Antriebs (A1-A6) eingeleitet wird und die Istwerte (G1,G2) des fehlerhaften Antriebs (A1-A6) den beteiligten fehlerfrei operierenden Antrieben (A1-A6) als Sollwerte übermittelt werden. Damit ist ein synchroner Antriebsverlauf bis zum Anlagen- oder Teilanlagenstillstand gewährleistet.

15

FIG 1

20

1/2

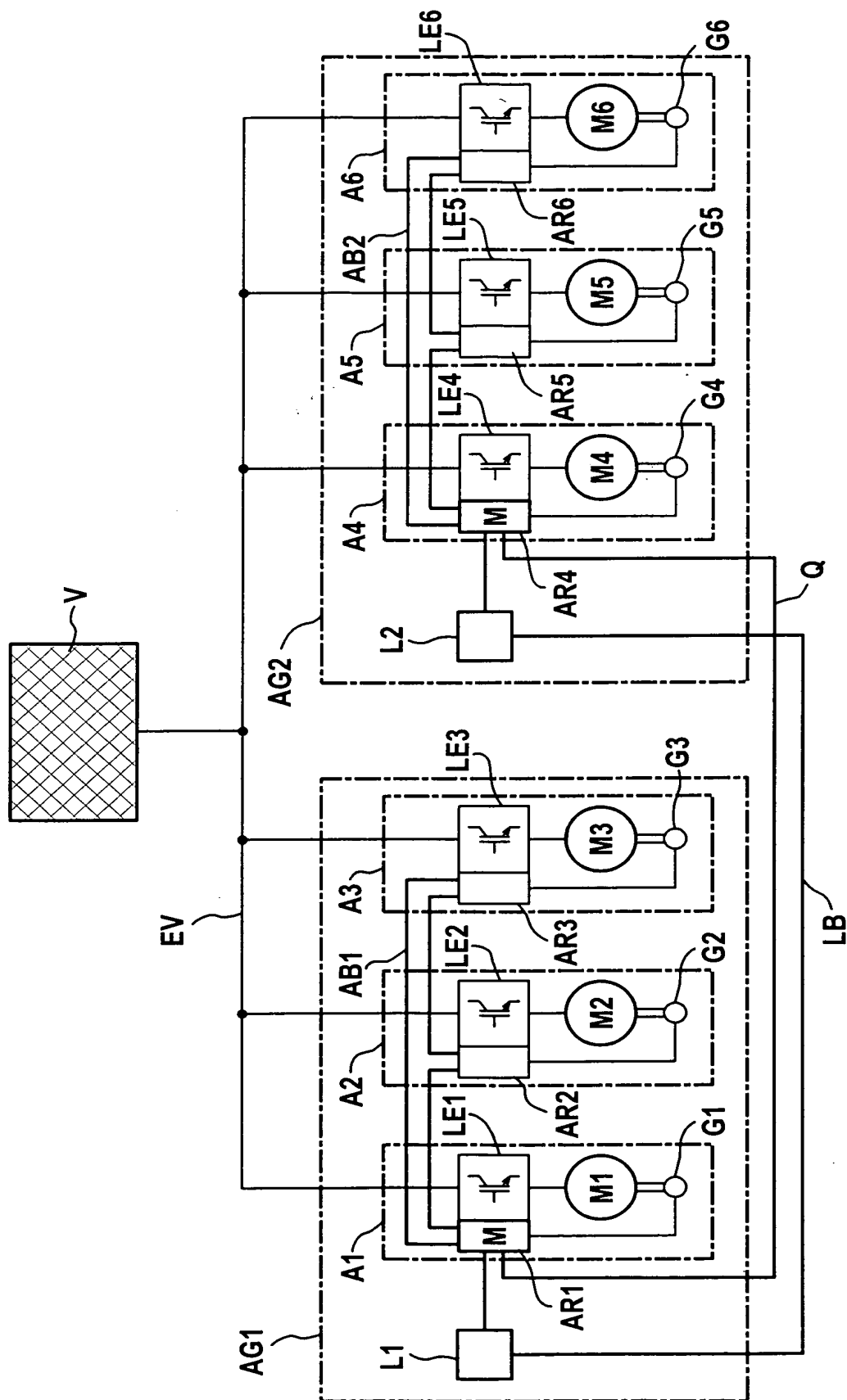


FIG 1

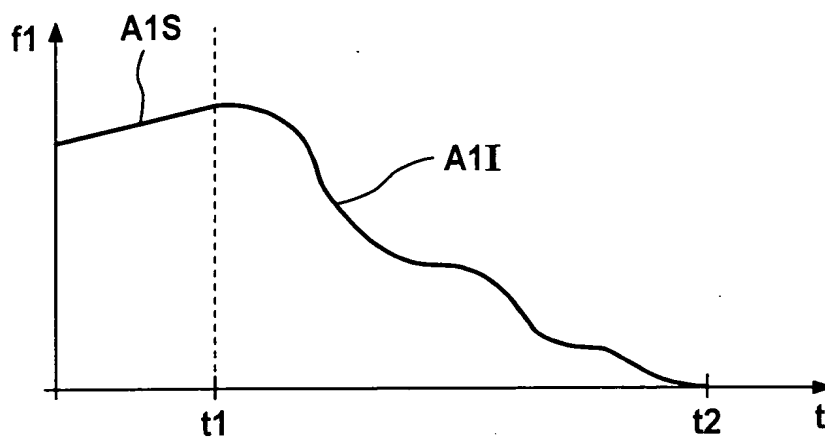


FIG 2

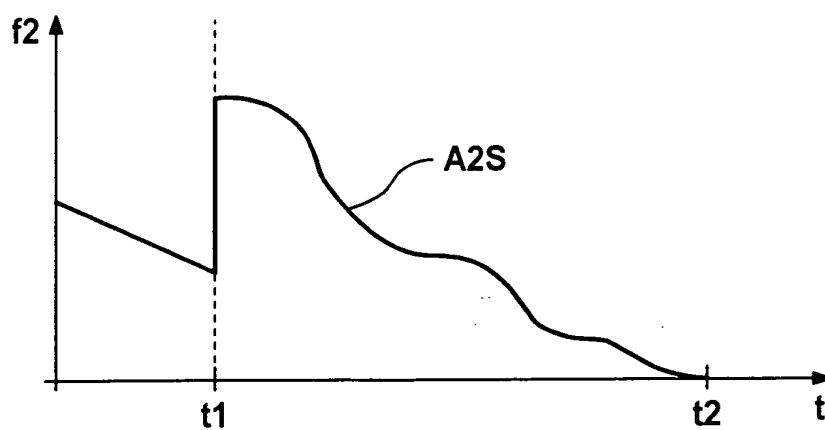


FIG 3

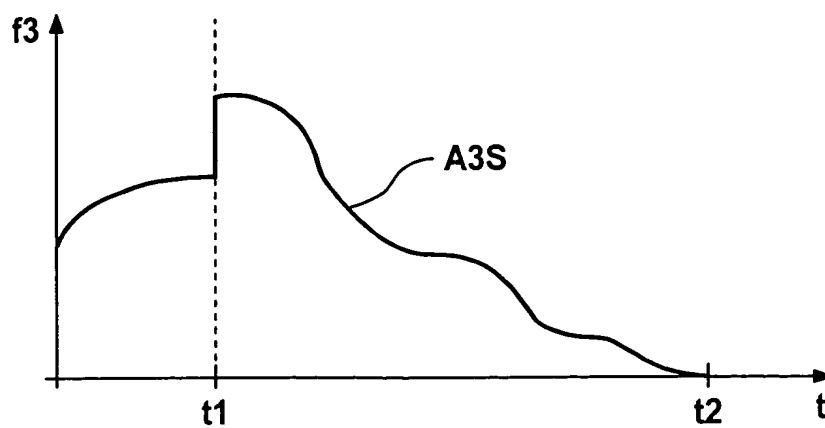


FIG 4



Creation date: 02-26-2004  
Indexing Officer: CWHITNEY - CATRICE WHITNEY  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09929394

Legal Date: 09-17-2001

No.	Doccode	Number of pages
1	CTMS	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on .....